8° S
12323

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

ANNALES

DE

L'ÉCOLE NATIONALE D'AGRICULTURE

DE RENNES

BIBLIOTHÈQUE NATIONALE IMPRIMÉS.

DÉPÔT LÉGAL
N° 107
1911
ILLE-et-VILAINE

TOME IV

SOMMAIRE

DUCOMET. — Recherches sur quelques Maladies de Plantes cultivées.

DUCOMET. — Observations sur le " Fleurage " des Pruneaux d'Agen.

JOUZIER. — Recherches sur l'Utilisation des Terres calcaires légères par la Culture intensive.

JOHANNEL. — Année météorologique 1909-1910.

PARISOT. — Recherches sur la filosité de la Pomme de terre.

FOURTON et LOBREAU. — Études préliminaires sur l'Utilisation des Marcs de Pommes.

FOURTON et COMPAIN. — Essais d'engrais sur une Prairie naturelle dérivée des "Sables blancs et rouges" de Bretagne.

RENNES
IMPRIMERIE BREVETÉE FRANCIS SIMON
—
1910

OBSERVATIONS

SUR

LE "FLEURAGE" DES PRUNEAUX D'AGEN

PAR

V. DUCOMET

DOCTEUR ÈS SCIENCES

Professeur de Botanique et Pathologie végétale.

Les conclusions de ce travail ont fait l'objet d'une communication au Congrès de Toulouse de l'Association française pour l'avancement des Sciences.

Dans un travail d'ensemble sur le Prunier (1) et, auparavant, dans une note publiée en collaboration avec Brocq-Rousseu (2) Stoykowitch attribue l'*altération blanche* des pruneaux à l'action d'une levure. Cette altération, la plus fréquente et la plus redoutable, serait un phénomène d'ordre biologique ; la stérilisation des pruneaux empêcherait le développement de la levure et, partant, l'apparition des efflorescences blanchâtres qui la caractérisent.

Comme nous nous occupons depuis quelque temps de la pathologie du prunier d'ente dans le Lot-et-Garonne, l'étude des maladies du fruit devait naturellement nous conduire à étendre nos investigations aux altérations du pruneau commercial. La publication du travail de Stoykowitch nous a déterminé à faire connaître, dès maintenant, les résultats essen-

(1) Recherches physiologiques sur la prune et étude des méthodes à employer pour l'amélioration de l'industrie prunière en Serbie. (*Thèse de doctorat de l'Université de Nancy.*)

(2) Étude sur les altérations des pruneaux (*Revue générale de Botanique*, mars 1910).

tiels de nos observations en ce qui concerne ce que l'auteur appelle l'altération blanche.

***

Si l'on suit le fruit devenu pruneau, depuis sa fabrication par le propriétaire ou ce qui revient au même, depuis sa mise en boîte par le commerçant (1), on assiste à deux phénomènes inverses, suivant le degré d'humidité ou de siccité du milieu : la pourriture ou la dessiccation. Nous ne dirons rien, dans cette note, de la pourriture causée par des champignons seuls, des bactéries seules ou plus communément de champignons associés à des bactéries ; nous n'étudierons que la dessiccation.

***

On sait que dans la prune, comme dans les autres fruits drupacés d'ailleurs, les éléments superficiels de la pulpe (épicarpe) sont notablement plus serrés que ceux de la masse du mésocarpe ; l'épiderme est en outre très fortement cutinisé et recouvert d'une abondante pruine.

On sait, d'autre part, qu'au moment de la dessiccation à l'étuve, le pruniculteur, qui cherche naturellement à obtenir le rendement maximum en poids, « saisit » le fruit, de façon à dessécher assez brusquement les éléments superficiels qui formeront abri

(1) Comme il ne s'agit dans cette note que d'un point spécial, nous supposerons tout d'abord avoir affaire à des prunes saines, ni piquées, ni meurtries ou rongées, ni attaquées par le *Monilia* ou autres champignons, pas plus que par le *Carpocapse* ou autres insectes. Nous supposerons en outre que ces prunes ont été bien desséchées. Il ne sera pas question des pruneaux boursouflés, à peau soulevée par exagération de la température d'étuvage (*Coucuts* des Villeneuvois, *Bloaters* des Américains). Nous supposerons de même que la conservation en a été faite naturellement, sans artifice aucun.

Pour ces diverses raisons, il nous a semblé préférable d'étudier les pruneaux à partir de l'étuve de l'exploitant. Nous avons même tenu à récolter, préparer et conserver les fruits nous-même.

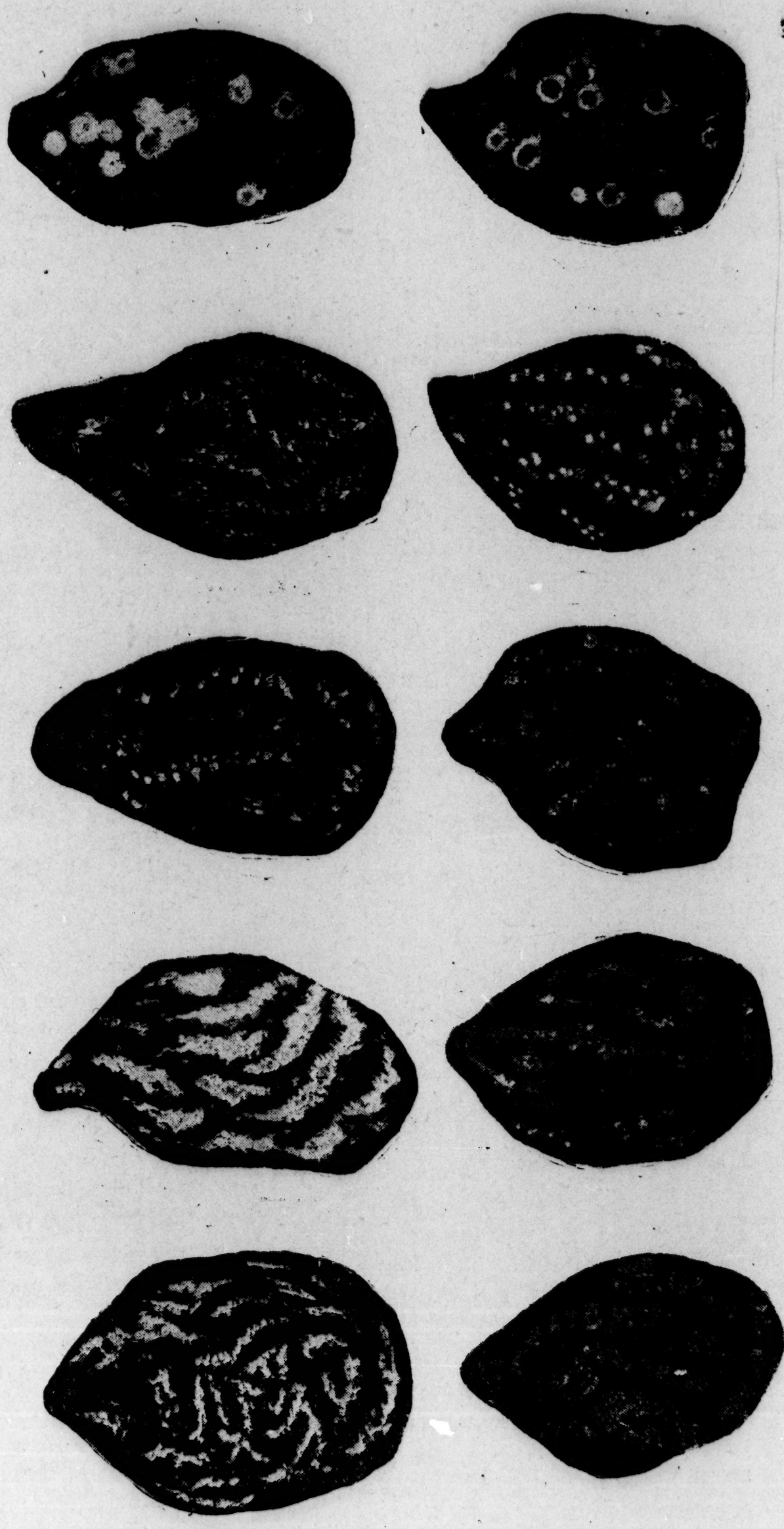

FIG. 1. — Aspects divers de pruneaux fleuris. (Lég. réd.)

vis-à-vis de la masse de la pulpe durant la fin de la dessiccation (1) et au cours de la conservation. Protégé par la peau, le centre restera charnu (2) tout en cuisant suffisamment pour que le pruneau soit assuré d'une bonne conservation.

Mais, avec le temps, les tissus profonds se dessèchent progressivement, ce qui entraîne l'affaissement des couches superficielles plus pauvres en eau, et la production de rides ou plutôt l'exagération des rides produites en cours d'étuvage. Cela est surtout net sur les pruneaux bruts, conservés directement par le propriétaire qui ne les soumet pas à la compression comme l'usinier. Chez ces « pruneaux de propriétaire » donc, les crêtes augmentent progressivement ou plutôt deviennent de plus en plus saillantes par amplification des dépressions du début. Les crêtes elles-mêmes s'irrégularisent, se multiplient, par suite de la production de nouvelles dépressions locales sous l'effet du mécanisme plus haut indiqué.

Vient enfin un moment où le pruneau, primitivement noir, lisse et même brillant sans artifice aucun, quand la dessiccation a été bien conduite, devient terne, rugueux et finit par se couvrir

(1) Ce « coup de feu » ne doit évidemment être donné qu'à la troisième chauffe, alors que le fruit a perdu une bonne partie de son eau. La température de l'étuve peut alors dépasser 80 et même 90°, alors que la première chauffe doit atteindre à peine 45°, au moins lorsqu'il s'agit de fruits non « morts » (flétris) au soleil. Donné trop tôt, surtout avec une mauvaise ventilation de l'étuve, ce coup de feu entraînerait ou bien un éclatement du fruit corrélatif de l'extravasion du jus, ou bien un durcissement de la peau, après soulèvement sous l'effet de l'ébullition des liquides de la pulpe. Il conduirait à la production des « coucuts » ou « bloaters » que Bioletti (*The cause of « Frogging » and « Bloatting » of Prune*) attribue, à tort à notre avis, à la pression des gaz de fermentation déterminée au cours de la première dessiccation par des levures introduites par des effractions de l'épiderme.

(2) Le pruneau d'Agen bien préparé renferme une quantité d'eau qui ne doit pas être inférieure à 25 %, la prune fraîche en contenant au moins 75 %, de telle façon que le rendement minimum est de 33 %. En fait, avec des pruneaux sains, cueillis à un degré de maturité convenable et méthodiquement desséchés, le rendement peut atteindre et même dépasser 40 % sans que la conservation et même la qualité s'en ressentent, car le consommateur demande des pruneaux à chair malléable, élastique et non sèche et dure.

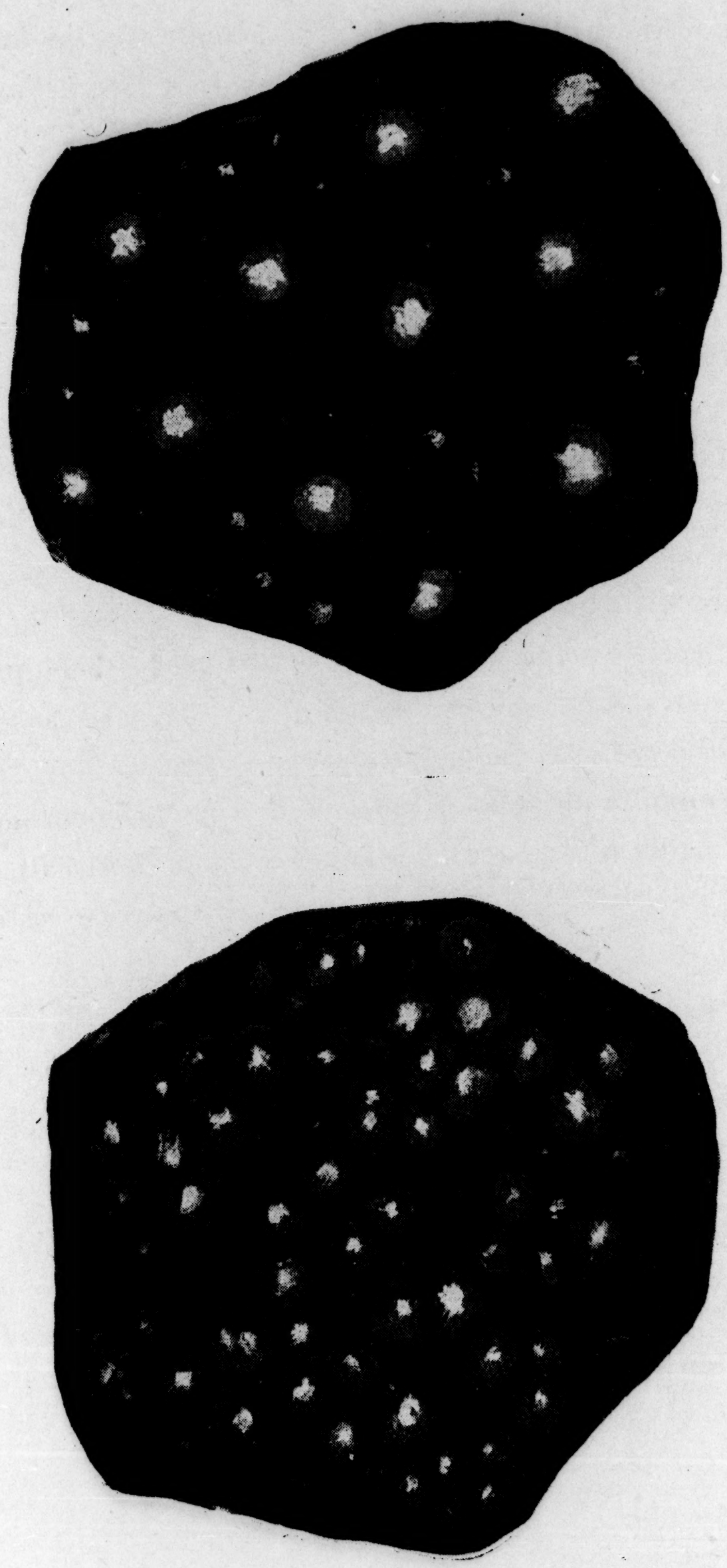

Fig. 2. — Portions grossies de pruneaux fleuris.

d'une poussière blanchâtre, partie adhérente, partie facilement détachable par frottement. Nous sommes arrivés à l'altération blanche de Stoykowitch.

***

Suivons la marche de cette prétendue altération.

Examen à l'œil nu (fig. 1). — Même à l'œil nu, on voit la substance blanche distribuée suivant trois facies principaux :

1° Dans certains cas, un réseau blanc très compact recouvre le pruneau. Ce réseau correspond exactement au réseau de crêtes dont il a été question.

2° Dans d'autres cas, l'ensemble du fruit est recouvert d'une infinité de petits points blancs, simplement plus abondants sur les crêtes que dans les vallées.

3° Dans d'autres cas enfin, on observe encore des points blancs, mais au sommet de petits mamelons de couleur claire, souvent plus ou moins rosés ou rougeâtres. Ces mamelons sont encore situés de préférence sur les crêtes. Isolés parfois et alors arrondis, ils sont ailleurs confluents par leur base et par ce fait irrégulièrement polyédriques. De taille très variable, ils sont en outre tantôt nettement arrondis, tantôt à surface plane. Dans ce dernier cas, en raison de leur confluence, la surface du fruit en relief est parsemée de portions surélevées plus claires que l'ensemble, portions qui se montrent bientôt mouchetées de points blancs saillants.

Examen à la loupe (fig. 2, 3, 4) (1). — L'examen à la loupe montre plus nettement encore ces différences dont nous avons essayé de représenter les principales.

On voit aisément que le sommet des mamelons à teinte plus

(1) Même grossissement : 10 environ.

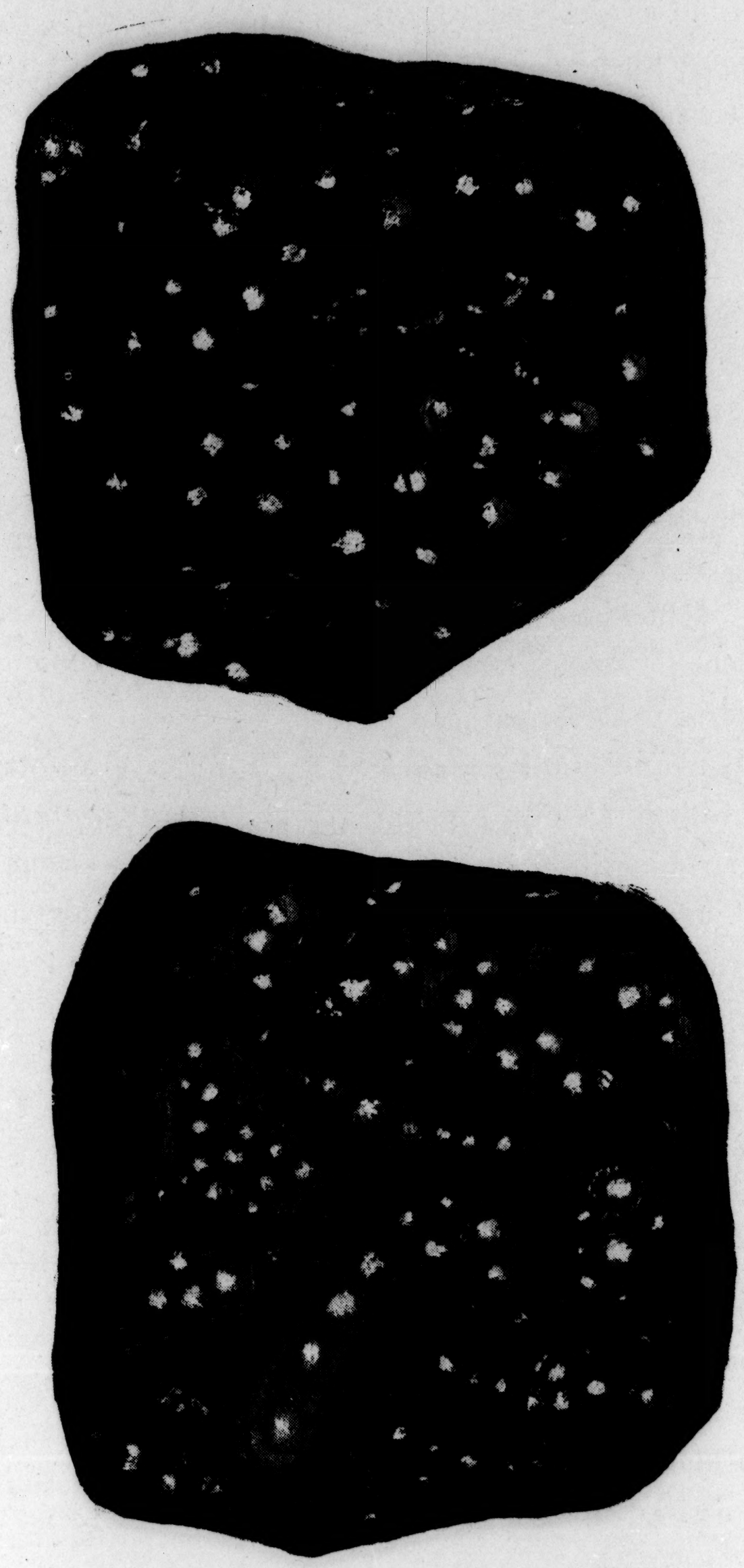

Fig. 3. — Portions grossies de pruneaux fleuris.

claire que l'ensemble se creuse d'un cratère par où s'échappe une substance blanche poussiéreuse. Plusieurs cratères peuvent même se montrer au sommet d'un même mamelon.

Lorsque ces mamelons font place à des régions de soulèvement plus larges et plates dans l'ensemble, il se forme à peu près toujours plusieurs orifices correspondant chacun à un soulèvement secondaire plus ou moins accentué.

Quel que soit le cas, les cratères vont s'élargissant et la substance qui s'en échappe se répand à la périphérie, de façon à masquer à peu près complètement le soulèvement primitif. Or, les mamelons se trouvant bien souvent distribués à peu près uniquement sur le sommet des crêtes disposées en réseau, il en résulte que finalement un réseau poussiéreux blanc recouvre simplement la surface très foncée du pruneau, sans laisser voir le processus de sa formation.

Il arrive enfin que les mamelons ou autres régions de soulèvement restent très peu apparents avant l'apparition de la moucheture blanche, en raison de leur peu de relief et surtout de leur teinte à peine plus claire que le fond. Or, comme les cratères peuvent s'élargir au point d'intéresser la majeure partie de la région soulevée et que, d'autre part, la substance blanche déborde peu à peu tout autour de l'orifice, on conçoit qu'il soit difficile, quand on n'examine que le dernier stade, de se rendre un compte exact du mécanisme de la production de l'altération blanche.

Examen microscopique (fig. 5 et 6). — Les coupes anatomiques, pratiquées dans les pustules à sommet pourvu ou non du point blanc dont il vient d'être question, montrent l'accumulation de la substance blanche dans les régions superficielles, au delà des premières assises de cellules qui sont progressivement soulevés, puis disloquées. C'est de leur épaisseur, plus ou moins grande en

FIG. 4. — Portions grossies de pruneaux fleuris.

même temps que plus ou moins rapidement décroissante à partir des bords de la concrétion, que dépend la teinte plus ou moins claire du mamelon, plus claire toujours au sommet qu'à la base.

On est tout de suite frappé par la texture cristalline de l'ensemble de la concrétion, ainsi que par ses différences d'homogénéité. Homogène souvent, l'amas blanc montre parfois des inclusions organisées, cellules ou débris de cellules profondément déformés.

***

Nature de l'altération blanche. — Le traitement des coupes microscopiques par la liqueur de Fehling, et, comme complément, l'étude analytique de la poussière ramassée à l'aiguille mouillée au sommet des cratères en formation, montre que la substance blanche est constituée par des sucres réducteurs (1).

Il résulte de ces observations que l'altération blanche des pruneaux n'est pas une altération au sens vrai du mot.

(1) On sait d'ailleurs que les sucres réducteurs sont presque seuls dans les pruneaux. Stoykowitch (op. cit. p. 211) donne les chiffres suivants pour le pruneau d'Agen :

Eau	26.35
Sucre inverti.....	50.70
Saccharose	0.24

soit dans la substance sèche :

Sucre investi.....	68.83
Saccharose	0.32

Il est à remarquer que le saccharose est plus abondant dans les prunes fraîches qui, d'après le même auteur, auraient la composition moyenne suivante :

Eau	77.63
Sucre inverti.....	11.82
Saccharose	6.99

soit dans la substance sèche :

Sucre inverti.....	52.83
Saccharose	31.24

Les expériences faites sur Quetsches et Mirabelles lui ont montré que, lors de la dessiccation, le saccharose se transformerait en sucres réducteurs en quantité d'autant plus grande que la température a été poussée plus loin, jusqu'à 100° où tout le saccharose serait réduit.

Ces expériences permettent sans doute d'expliquer les différences notées dans

Fig. 5. — Préparation du fleurage. Amas sucrés au voisinage de la surface.

Il s'agit tout simplement d'un phénomène physique qui s'accomplit en deux temps :

1° Concrétion des sucres réducteurs dans les régions superficielles ;

2° Sortie à l'état cristallisé de ces sucres qui, formant des amas de plus en plus volumineux, provoquent la rupture de la peau, après soulèvement préalable.

La prétendue altération n'a donc rien de biologique. Elle a son siège dans des tissus morts ; les phénomènes observés sont d'ordre physique ; ils sont provoqués par la dessiccation lente des fruits. Aussi préférons-nous substituer l'expression de *fleurage* à celle d'*altération blanche* (1).

Fleurage et levure. — Stoykowitch attribue l'altération blanche à une levure non spécifiée, mais qu'il croit devoir rattacher aux *Torula*.

L'étude anatomique que nous venons de résumer montre l'absence totale de tout élément organisé, avant la sortie des

les analyses rapportées par les divers auteurs. C'est ainsi que dans les analyses de Lake (*Expér. St-Record* 1902), on trouve des proportions de saccharose beaucoup plus grandes.

Le pruneau d'Agen renferme d'après cet auteur :

Eau	25.14 à 27.92
Sucre inverti.....	33.28 à 38.25
Saccharose	1.69 à 3.31

Pour 100 parties de sucres réducteurs, il y aurait donc 6 parties de saccharose, d'après Lake et moins d'une demi-partie d'après Stoykowitch.

(1) Cette expression de fleurage, également employée dans la Touraine et la Provence, a le tort, nous le reconnaissons, de prêter à confusion, puisque dans ces deux derniers cas la poussière blanche superficielle est voulue, que sa présence correspond à une qualité du fruit, alors que l'inverse a lieu dans l'Agenais. Mais comme il s'agit partout d'une sortie de matières sucrées, la même appellation peut être usitée.

Le même inconvénient existerait d'ailleurs si nous disions comme les Villeneuvois que les *pruneaux blanchissent, prennent le blanc*, ces expressions étant également employées dans le pays dont nous venons de parler.

Dans tous les cas, une distinction importante est à faire quant au mécanisme même de la production du blanc ou de la fleur. Dans les pruneaux de Touraine et de Provence, il s'agit de sucres sortis par transsudation à la chaleur humide du four et postérieurement cristallisés, tandis que dans le pruneau d'Agen, la sortie ne s'effectue que tardivement, à l'état cristallin, par déchirure des tissus.

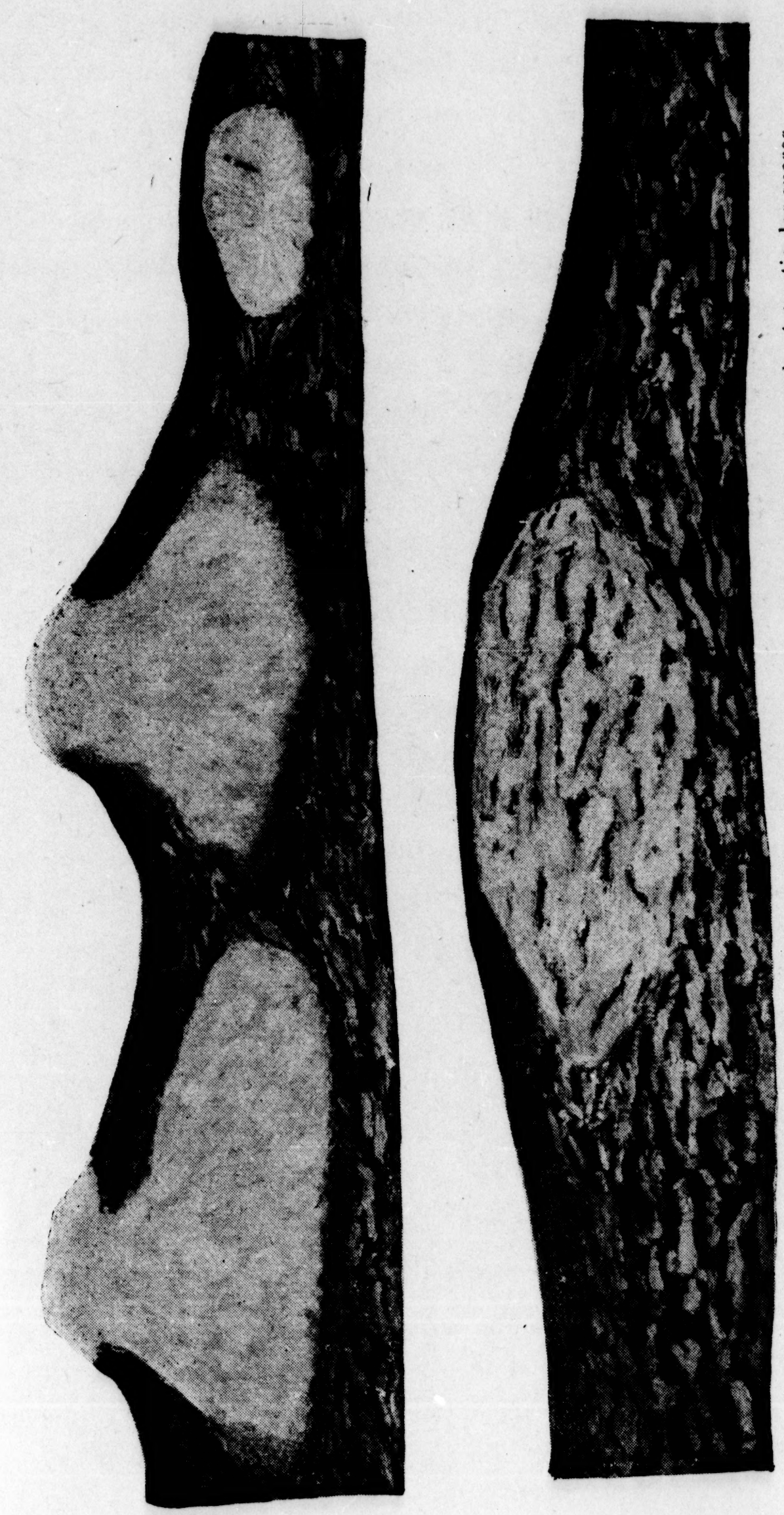

Fig. 6. — Mécanisme du fleurage. En bas, amas sucré interne avec inclusions cellulaires ; en haut, sortie des sucres par rupture des tissus.

sucres, tout au moins. On ne trouve même de levures (ou autres cellules mycéliennes) que dans les amas sucrés, lorsque les prunes, *fleuries* sous l'action de la sécheresse, ont été ensuite exposées à l'humidité. Les amas sucrés, primitivement d'un blanc pur, ont alors pris une teinte plus ou moins rosée ou ocracée, par suite du mélange des sucres dissous avec le jus des débris cellulaires inclus dans la masse ou provenant de la déchirure motivée par la constitution du cratère de sortie.

Pour affirmer le rôle de la levure, l'auteur se base sur ce fait que l'altération blanche n'apparaît pas sur des pruneaux préalablement stérilisés par chauffage à 120° et conservés en tubes stériles.

Or, avant même d'entreprendre l'étude anatomique des prunes fleuries, nous avons maintes fois stérilisé des prunes pour les conserver en flacons stériles, soit en atmosphère humide, soit en atmosphère sèche. Le fleurage ne se produit qu'en milieu sec. Mais l'auteur a précisément conservé les échantillons dans des tubes contenant un peu d'eau distillée; le fleurage était naturellement impossible dans ces conditions.

Conclusions pratiques. — L'altération blanche étant produite, d'après Stoykowitch, par une levure qui existe sans nul doute sur les fruits sucrés, l'auteur croit qu'il serait facile de l'éviter, à la condition d'empêcher tout contact des pruneaux préparés avec des prunes fraîches. Cette levure serait tuée à 65° (p.220), d'où nécessité de contamination postérieure à l'étuvage.

Nous nous permettrons, tout d'abord, de faire remarquer que l'auteur admet comme certaine la présence de la levure sur les prunes fraîches, mais qu'aucun fait n'est apporté par lui à l'appui de cette manière de voir (1). Nous ferons également

(1) Il va sans dire que nous ne contestons pas la présence de levures à la surface des prunes ; nous tenons même le fait comme certain. Nous voulons simplement dire qu'il n'a pas apporté la preuve de l'identité de la levure du fruit et de la levure regardée comme cause déterminante de l'altération.

remarquer qu'on ne manipule pas nécessairement des prunes fraîches en même temps que des pruneaux, dans les usines où ces pruneaux sont simplement préparés pour le commerce. Le producteur les dessèche à la ferme pour les porter ensuite au marché ou à l'usine, où l'industriel procède à l'emballage, après passage à l'autoclave à une température qui peut atteindre 140°, toujours bien supérieure, dans tous les cas, au maximum supportable par la levure.

Il y a d'ailleurs une raison majeure à ce que le contact entre fruits frais et fruits préparés soit souvent rendu impossible, c'est que l'usinier travaille encore à la préparation de ses pruneaux plusieurs mois après la disparition des dernières prunes.

Il est vrai que la levure pourrait rester disséminée dans l'usine. Mais l'auteur rappelle lui-même (p. 189), qu'en France et même en Serbie (il a choisi des pruneaux serbes comme matériaux d'expérience), certains commerçants passent les pruneaux à l'autoclave après emballage dans des récipients hermétiquement fermés. La température de l'autoclave est bien supérieure à celle qu'il considère comme suffisante pour tuer la levure et, cependant, bien que tout contact ultérieur avec des fruits frais soit alors rendu impossible, bien qu'il y ait impossibilité de souillure, le fleurage se produit tout de même. Nous venons de dire d'ailleurs que ce fleurage se produit parfaitement en milieu stérile, *à la condition que ce milieu soit sec.*

Le fleurage est donc, à notre avis, inévitable si le milieu ambiant n'assèche pas trop. Tout le problème consiste donc à maintenir les fruits dans une atmosphère suffisamment humide. Ces conditions sont précisément réalisées dans les récipients du commerce, cela d'autant mieux que les fruits sont plus serrés les uns contre les autres et, qu'après un dernier passage à l'autoclave, il se produit un dégagement de vapeur d'eau suffisant pour maintenir l'atmosphère à un état hygrométrique élevé. Le fleurage ne se

produit, dans ces conditions, qu'après l'ouverture du récipient et il gagne progressivement de la surface vers le fond ; tous les consommateurs et marchands au détail le savent bien (1).

***

Les diverses formes du fleurage. — On a vu plus haut que l'extravasion des sucres se faisait, suivant les cas, par des cratères creusés au sommet de protubérances nettes et plus claires que le fond, ou par de petites déchirures de la peau dans des régions à peine soulevées au préalable. Le début du fleurage paraît soudain dans ce dernier cas ; il semble très lent dans le premier, puisque, bien avant toute sortie de sucre, la surface du pruneau se montre parsemée de pustules ocracées.

Ces différences sont simplement liées à la profondeur des concrétions sucrées dans la pulpe ; il est aisé de s'en rendre compte par l'étude microscopique des pruneaux aux différents stades du fleurage. Plus les amas se rapprochent de la surface, plus les tissus extérieurs sont facilement rompus à la suite de leur agrandissement, et moins sont sensibles les mamelons clairs précurseurs du fleurage.

Quant à cette profondeur elle-même, autant que nos expériences nous permettent de l'affirmer, elle nous paraît dépendre :

1° du degré de maturité des prunes ;

2° du mode de dessiccation et de sa rapidité ;

3° du tassement des pruneaux.

1° — C'est sur les pruneaux préparés avec des fruits incomplètement mûrs que les mamelons cratériformes apparaissent

(1) A ce point de vue, la méthode américaine du *finissage* qui consiste à tremper les pruneaux avant l'emballage dans un bain chaud de glycérine à 5 0/00 nous paraît recommandable, le revêtement glycérique limitant nécessairement la possibilité de dessiccation.

Le remplacement de la glycérine par du jus de fruits bouillant doit conduire au même résultat, en raison de la viscosité de l'enrobage.

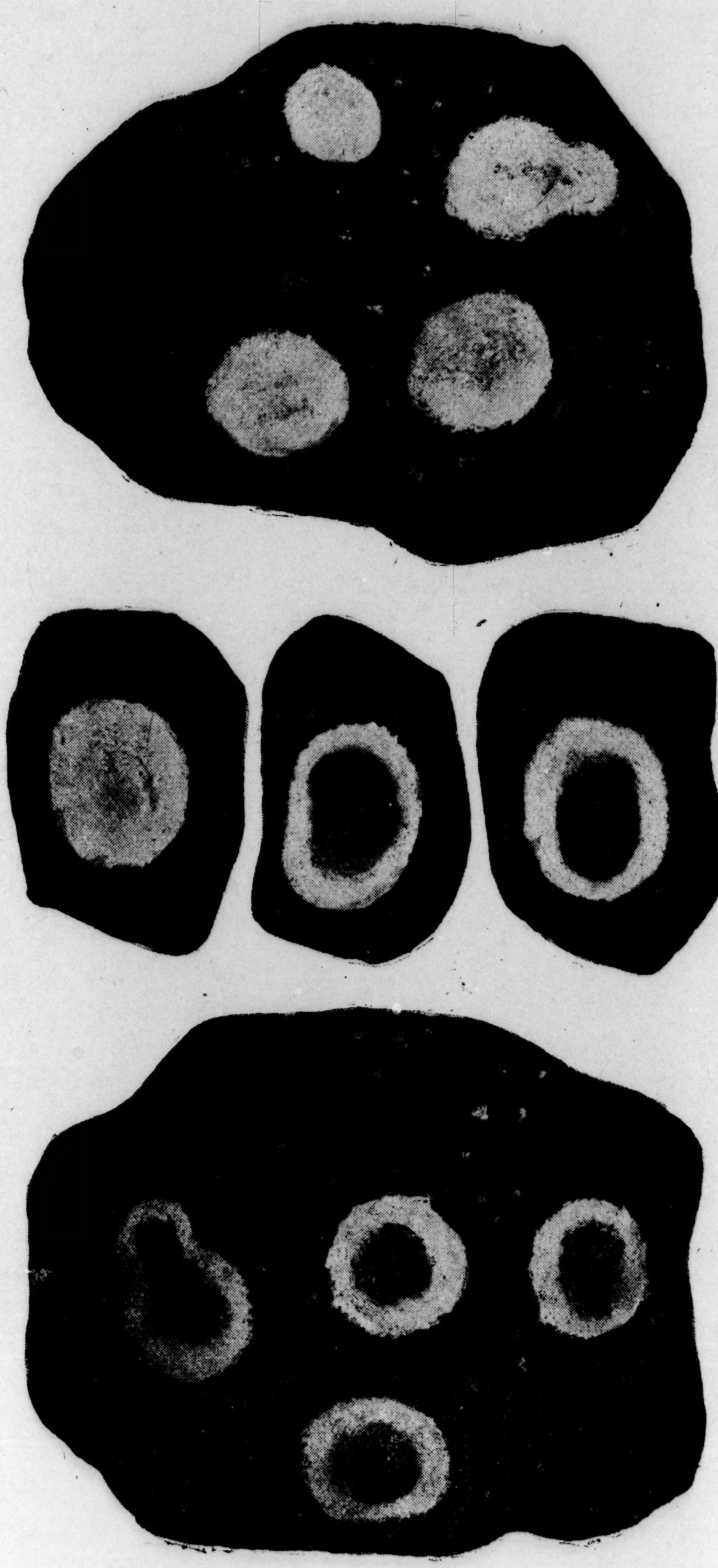

Fig. 7. — Portions grossies de pruneaux « tarés » au moment du fleurage.

avec le plus de netteté, parce que les éléments épicarpiques ont conservé leur dureté, n'ayant pas subi à un assez haut degré les modifications pectiques qui font qu'à maturité la peau est toujours mince.

2° — Avec une dessiccation mal conduite, trop rapide ou trop lente, trop complète aussi, la peau du pruneau issu d'un fruit même mûr, conserve une épaisseur telle que les sucres s'accumulent encore très profondément. Ils se concrètent en volumineux amas bien distincts, au lieu de s'étendre en surface, et la production de protubérances correspondantes en est la conséquence toute naturelle.

3° — Le pruneau abandonné à lui-même, surtout si la dessiccation a été poussée trop loin, se ride de plus en plus, à mesure que la durée de conservation augmente. Il en résulte un manque d'homogénéité de la masse qui oblige les sucres à se concréter par places et naturellement dans les régions de moindre teneur en eau. Si, au contraire, le pruneau est soumis à la compression préalable ou même au simple tassement dans les boîtes, sa masse se trouve rendue beaucoup plus homogène. Il en résulte que les sucres s'accumulent dans des régions beaucoup plus étendues en surface. Conséquemment, la pression exercée sur les tissus dermiques, pression conduisant à l'extravasion par éclatement, est toujours plus faible en un point donné.

D'autre part, la compression, surtout lorsqu'elle est faite au rouleau, conduit à un amollissement général. La dureté et l'épaisseur de la peau sont diminuées et, pour cette raison, l'accumulation des sucres se fait plus près de la surface.

*
* *

Fleurage et *Fusicladium Pruni.* (fig. 7 et 8. Voir aussi les deux pruneaux du haut dans la fig. 1). Nous avons décrit, il

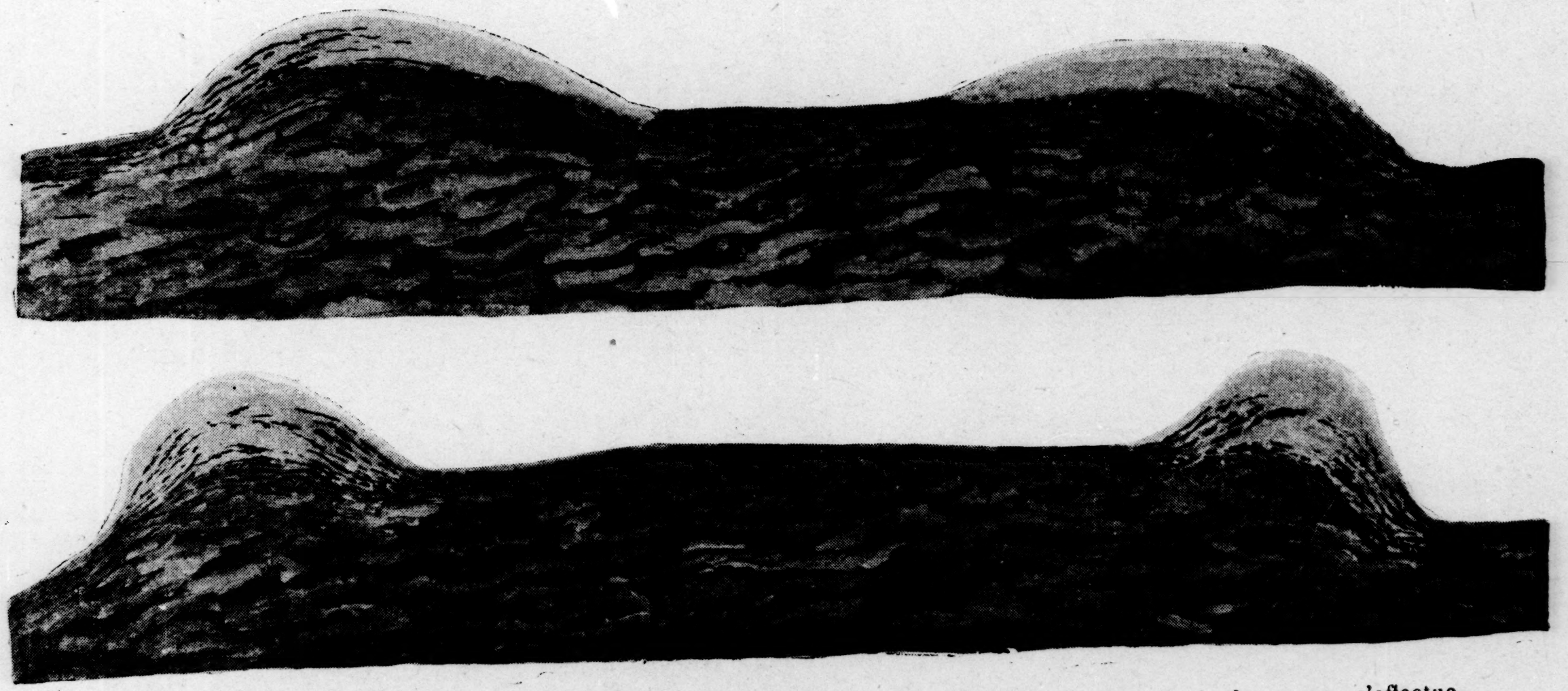

FIG. 8. — Coupes transversales dans des régions « tarées » aux débuts du fleurage. La sortie des sucres s'effectue à la périphérie des taches à Fusicladium.

y a trois ans (1), un *Fusicladium* voisin du *Fusicladium Cerasi* (Rabh.) Sacc. mais bien distinct de ce dernier, ne serait-ce que par la dimension des spores et conidiophores.

Ce parasite est l'une des causes de la « tare » de la prune d'ente. Il se développe dans l'épaisseur de la membrane externe des cellules épidermiques et occasionne la production de taches arrondies, le plus souvent isolées, dont le fruit peut se trouver parsemé.Ces taches sont olivâtres et finement veloutées au moment de la sortie des fructifications. Lisses au début, elles peuvent devenir finement raboteuses, en raison de la constitution d'un liège de réaction qui entraîne l'exfoliation des quelques cellules ou portions de cellules extérieures à lui. La constitution de ce liège est précédée d'une lignification, puis d'une ligno-subérisation des membranes les plus extérieures et même d'une supercutinisation jointe ou non à la lignification de la membrane épidermique libre à la périphérie des taches.

Le mycélium du champignon qui se trouve inclus dans la membrane externe de l'épiderme chemine en réalité entre la portion intérieure cellulosique et la portion extérieure cutinisée qu'il corrode progressivement. La couche cellulosique peut se cutiniser localement, immédiatement au-dessous des filaments mycéliens appuyés sur elle, et une lignification plus ou moins intense peut se produire en profondeur, vers le plafond de la cellule épidermique.

Ces deux phénomènes, qui préparent la réaction des tissus sous-épidermiques en les protégeant contre une trop facile déperdition d'eau et qui sont provoqués par le dessèchement résultant de l'altération de la digue cuticulaire, demandent naturellement un certain temps pour s'accomplir. De telle façon que, sauf lorsque se trouve atteinte la limite de la capacité d'extension

(1) V.DUCOMET : *Recherches sur le développement de quelques champignons parasites à thalle subcuticulaire*, page 121).

du thalle, c'est bien à la périphérie des taches, mais en arrière des extrémités mycéliennes qu'on les observe seuls. Il y a d'ailleurs une autre raison à ajouter à celle de l'impossibilité de réalisation immédiate, c'est que, par le fait même que ces modifications chimiques protègent les tissus sous-jacents contre la dessiccation, elles assèchent la zone d'action du parasite dont la tendance à l'extension superficielle se trouve ainsi renforcée.

Il reste donc à l'extrême périphérie des taches une zone circulaire suivant laquelle la cuticule est corrodée par le mycélium, sans la moindre réaction physique ou chimique de la part de l'hôte. En fait, cette zone se constate sur toutes les taches, le fruit étant récolté avant que la limite naturelle de la capacité d'extension du thalle soit atteinte. Cette zone correspond à une région de maximum transpiratoire (ou évaporatoire) dans le pruneau. Et chez ce dernier, comme dans la prune simplement flétrie, elle est aisément reconnaissable, car elle se présente sous l'aspect d'un sillon plus ou moins profond.

Sur l'ensemble des taches, en dehors de l'extrême périphérie dont il vient d'être question, la pulpe est protégée par une digue de liège qui augmente l'épaisseur de la peau et fait plus que remplacer la cuticule dans son rôle modérateur de la sortie de l'eau. La déperdition d'eau, par évaporation pure et simple comme par transpiration, est plus faible dans les régions « tarées » que par ailleurs. Aussi ces plages tarées sont-elles aisément reconnaissables sur les pruneaux préparés, tant à leur relief qu'à l'absence des rides qui sillonnent toute la surface en dehors d'elles.

Les régions attaquées par le *Fusicladium Pruni* correspondent donc en définitive à des cercles de difficile évaporation, à peau épaisse, très peu perméable, entourés d'une zone étroite de facile évaporation, à peau de minceur ordinaire, mais à cuticule corrodée. Si la raison déterminante du fleurage que nous avons donnée plus haut est bien exacte, les sucres doivent s'accumuler

d'abord et sortir ensuite tout autour des plages tarées. C'est bien ce que l'on observe en effet : le fleurage débute toujours dans ces régions (fig. 7). Le sucre sort en abondance au niveau de l'ancien sillon qui, naturellement, s'efface plus ou moins complètement, sous l'effet de la poussée centrifuge. Les plages malades sont dès lors très visibles, grâce aux anneaux blancs qui les enserrent. Ces anneaux, naturellement en relief, s'élargissent progressivement en direction centripète et finalement l'ensemble taré est recouvert de l'efflorescence blanche.

Or, l'étude anatomique, ou plus simplement l'examen à la loupe ou même à l'œil nu, après enlèvement du revêtement sucré, montre que, si l'éclatement ne s'est produit qu'à la périphérie (fig. 8), la zone de déchirure, vers le centre, a augmenté de largeur depuis le début.

C'est que, si l'altération de la cuticule par corrosion mycélienne s'arrête brusquement en dehors, si les phénomènes de lignification, lignosubérisation et formation de liège se succèdent régulièrement dans le sens de la profondeur, ils se succèdent tout aussi régulièrement dans le sens tangentiel, l'épaisseur totale des tissus réactionnels croissant à mesure qu'on se rapproche du centre de la tache. Or, toutes les cellules à membrane chimiquement modifiée se dessèchent plus facilement que les cellules correspondantes des régions saines, si elles permettent aux éléments sains plus profonds de conserver longtemps leur eau. Il en résulte que la poussée des sucres a plus de prise sur elles que sur les éléments du côté opposé. La zone d'extravasion sucrée doit donc s'élargir et en fait, elle s'élargit plus facilement du côté du centre, que du côté de la périphérie. Il est donc tout naturel de voir le sucre extravasé gagner le centre des taches plutôt que la périphérie.

La sortie se faisant avec une particulière facilité par ces régions de moindre résistance que sont les cercles d'enveloppement des

taches à *Fusicladium*, il en résulte que moins de sucres se trouveront appelés à la surface des régions saines. Plus la « tare » est développée et moins le fleurage général est abondant, en même temps que moins volumineux sont les amas de sucres disséminés sur les surfaces saines

Il y a une autre raison à cela, c'est que les phénomènes de réaction dont il a été question entraînent nécessairement une consommation et déterminent par suite un appel des principes utiles, d'hydrates de carbone en particulier. Cet appel est toujours supérieur à la consommation, de façon que la périphérie des taches doit toujours être plus riche que le restant du fruit, en même temps que la pulpe immédiatement inférieure au liège. Et de fait, à défaut d'analyse chimique, la simple dégustation montre que ces régions sont plus sucrées (1).

***

Mécanisme du fleurage. — Nous venons de montrer que le fleurage se résume en une sortie des sucres à l'extérieur du fruit par déchirure des tissus dermiques. L'étude même sommaire de ce fleurage fait de suite penser à l'accumulation superficielle des sucres dans les pots à confitures.

On sait que les confitures de ménage, recouvertes d'une feuille de papier imbibé d'eau-de-vie pour mieux en assurer la conservation,montrent,au bout de quelque temps, des amas cristallins à la surface libre du papier en même temps qu'à sa surface inférieure, au niveau supérieur de la masse. A mesure que la dessic-

(1) Il est évident que la comparaison ne peut être faite que lorsque la maturation est complète. Or, toutes les fois qu'il y a formation de liège, qu'il y a différenciation d'un méristème anormal, le rajeunissement des tisus conduit à la prolongation de la vie dans la région considérée. La maturation est conséquemment retardée. Amidon, acides et tanins, dans le cas qui nous occupe, persistent plus longtemps que dans les régions saines et la comparaison n'est possible qu'à la suite de leur transformation en sucre (amidon et acides) ou de leur disparition par oxydation (tanins et acides, part.)

cation progresse, les sucres s'accumulent dans les couches externes, et tant que le papier est suffisamment perméable ils passent au travers pour cristalliser à sa surface et dans sa substance même. Il résulte de ce dernier fait que, peu à peu, le couvercle s'imperméabilise (1), les sucres désormais emprisonnés ne pourront plus cristalliser qu'au-dessous où ils formeront des amas capables de le soulever par places et même de le déchirer s'il adhère parfaitement aux bords du récipient.

Le mécanisme du fleurage est fondamentalement le même. Les différences observées tiennent, d'une part, à l'imperméabilité de la peau et, d'autre part, à l'hétérogénéité de la masse. Comme dans le pot de confiture, les sucres s'accumulent vers la surface à l'état dissous ; ils se heurtent à une digue impossible à franchir par osmose. L'eau seule peut la traverser ; la cristallisation doit naturellement s'effectuer en arrière. Les amas cristallins augmentent progressivement de volume ; à un moment donné, la résistance opposée par la peau, dont la limite d'élasticité est rapidement atteinte, se trouve vaincue par la pression sous-jacente et la déchirure s'ensuit.

Reste à savoir comment les sucres s'accumulent au voisinage de la peau. Si l'on soumet les pruneaux blanchis à une macération prolongée pour y pratiquer ensuite des coupes fines, on voit que la cristallisation des sucres a entraîné la dislocation, non la déchirure des cellules.

L'accumulation des sucres nous paraît dès lors comparable, quant au résultat final, à la formation de la glace dans les tissus. Les sucres sortent par osmose ; ils cheminent vers la surface et cristallisent entre les cellules. De nouvelles quantités affluent ; la masse cristalline augmente et les cellules sont obligées de se disloquer. Sucres et cellules enclavées soulèvent en dôme les

(1) Les mucilages jouent évidemment un très grand rôle dans cette imperméabilisation.

éléments pelliculaires difficilement dissociables, et la rupture se produit lorsque le volume est suffisant pour vaincre la résistance. A travers la déchirure ainsi produite, s'engagent évidemment les cellules enclavées dans la masse sucrée en même temps que les sucres eux-mêmes et, comme le tout est hygroscopique, l'efflorescence, d'abord d'un blanc pur, se teinte peu à peu en rose ou en ocre, lorsque le fruit est exposé à l'humidité, par suite du mélange de la substance des cellules avec le sucre qui en est sorti.

***

Le fleurage et les blessures du fruit. — Il résulte de notre exposé que le fleurage est d'autant plus tardif qu'est plus grande la résistance opposée par les tissus extérieurs à la poussée des sucres. Il débute dans les prunes tarées à la périphérie des plages à *Fusicladium*, précisément parce qu'il s'agit là de régions de moindre résistance. Lorsque les fruits étaient blessés, crevassés, au moment de l'étuvage, c'est également dans les régions où la pulpe est mise à nu que débute le fleurage (1). Il reste même à peu près localisé dans ces régions, si les surfaces à découvert sont au total d'une importance suffisante.

Comme on a tout intérêt à retarder le plus possible le fleurage, il convient donc de s'attacher à obtenir des fruits aussi sains que possible, de réduire au minimum les blessures de récolte et de manipulation. Pour les mêmes raisons, les méthodes américaines de piqûre ou de trempage dans l'eau bouillante, ou dans

(1) Nous n'envisageons bien entendu que les fruits desséchés dans de bonnes conditions. Nous n'envisageons pas les fruits éclatés à la suite d'une « surchauffe » dans un milieu mal ventilé. Avec cet éclatement, le jus bouillant sort par les fissures et le sucre se caramélise. Après refroidissement, les fissures sont évidemment obturées de façon parfaite par le caramel solidifié. Un phénomène analogue se produirait chez les pruneaux gercés, desséchés dans les mêmes conditions. Mais il va sans dire qu'on ne doit jamais arriver jusqu'à cette caramélisation intense capable de retarder ou même d'empêcher le fleurage, en raison de l'altération de la qualité qui en est la conséquence toute naturelle.

des solutions plus ou moins concentrées de carbonate de potasse ou de soude (0,2 à 1 %), dans le but de faciliter la dessiccation, ne nous paraissent pas devoir être recommandées. Ces méthodes exposent d'ailleurs le pruneau à être envahi par les moisissures, si le milieu de conservation est humide, à moins qu'on n'ait recours aux antiseptiques dont l'emploi est peu compatible avec l'usage du pruneau (1). En admettant d'ailleurs que le milieu de conservation soit convenable, ni trop sec, ni trop humide, le tassement des pruneaux, joint à l'hygroscopicité des tissus, conduit à une souillure générale de la masse par le jus sortant des blessures ; de façon que les prunes traitées de cette façon ne peuvent guère être utilisables qu'à la fabrication de compotes.

***

Fleurage et faux-fleurage. — D'après Stoykowitch et Brocq-Rousseu, l'altération blanche est due à une levure et non à la cristallisation superficielle des sucres (2). Ils basent leur opinion sur ce fait que les amas blancs n'apparaissent pas sur des pruneaux stérilisés à l'autoclave et renfermés dans des flacons stériles avec de l'eau distillée. Nous avons déjà fait remarquer que cela était tout naturel, puisque la dessiccation était le facteur essentiel de la prétendue altération. Mais, comme d'après les auteurs ces mêmes amas blancs se montrent sur les pruneaux non stérilisés et que le fleurage que nous venons d'étudier ne se produit qu'en milieu sec, il y avait lieu de reprendre le cours de nos investiga-

(1) Le sel marin lui-même couramment employé en Amérique ne nous paraît guère recommandable, les pruneaux salés ne pouvant guère conquérir la faveur du gourmet français.

(2) « Tout d'abord, la question se posait de savoir si, malgré la présence d'une levure à la surface des pruneaux, nous nous trouvions bien en face d'une altération due à cette levure ou bien si ces amas blanchâtres n'étaient pas le résultat d'une action osmotique ayant permis la sortie des sucres et leur cristallisation à la surface des pruneaux. Pour répondre à cette question, nous avons pris... » *Stoykowitch loc. cit., p.* 216.

tions pour les diriger du côté de la conservation en milieu humide. Leurs observations devant forcément être exactes, il y avait lieu de chercher autre chose, en dehors de notre fleurage.

Elles sont exactes en effet. Au bout de quelque temps de séjour en milieu chaud, on peut voir apparaître des amas blanchâtres sur des pruneaux conservés en atmosphère humide. Il s'agit bien d'amas fungiques, comme l'ont fait remarquer les auteurs, amas de cellules bourgeonnantes, incolores, regardées par eux comme appartenant à une levure rattachable aux *Torula* (fig. 9).

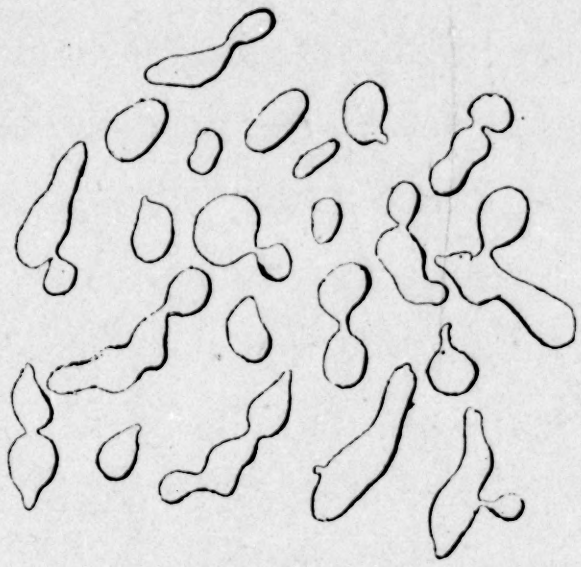

Fig. 9.

Ces amas sont encore sucrés, ainsi que le montre la réaction à la liqueur de Fehling. Mais ils sont entièrement superficiels et n'ont, par conséquent, rien à voir avec le fleurage proprement dit, dont nous venons d'étudier le mécanisme et le mode de développement. Il s'agit tout simplement de champignons sur la nature desquels nous ne pouvons pas encore nous prononcer, champignons qui se développent aux dépens de sucres venus du fruit lui-même par déchirure, par simple exosmose au cours de l'étuvage (1), ou sortis dans la région d'attache du pédoncule, à moins

(1) La dernière chauffe qui est faite à très haute température a précisément en partie pour but de faire transsuder une petite quantité de sucres qui, formant vernis à la surface des fruits, contribuent à leur donner le brillant recherché par le commerce. Ce brillant ne s'obtient pas par dessiccation même prolongée à une température trop peu élevée. Une chaleur suffisamment humide est d'autre part indispensable à sa production. Aussi ne peut-il être obtenu de la même façon avec tous les systèmes d'étuve et la température nécessaire à sa production varie-t-elle avec ces systèmes. On trouve en outre des pruniculteurs encore partisans, avec raison à notre avis, d'un court passage au four (ancien procédé de dessiccation) au lieu et place de l'étuve.

Ces particularités nous paraissent bien tenir à des différences d'aération. Il est reconnu d'ailleurs qu'au cours de la deuxième chauffe au four, la porte doit être maintenue soigneusement fermée.

C'est pour des raisons du même ordre qu'un mouillage antérieur à la dernière

qu'il ne s'agisse de souillure de pruneaux sains par des pruneaux blessés.

La culture se fait dans les conditions les plus favorables, dans ce milieu chaud (37°) et saturé d'humidité réalisé par les expérimentateurs plus haut cités. Pareil développement peut se faire dans les boîtes de pruneaux, mais il s'agit d'un phénomène qui est loin d'avoir l'importance du fleurage vrai, dont nous croyons devoir le distinguer sous le nom de *faux-fleurage*

Toujours est-il que le contact de prunes fraîches avec les pruneaux ne nous paraît nullement indispensable à la production du faux-fleurage, puisque en tout temps on peut le voir se déclarer spontanément sur des pruneaux soigneusement stérilisés tout d'abord, et plus tard exposés au contact de l'air humide. La méthode de manipulation des pruneaux par un personnel spécial, avec un matériel à part, dans des salles isolées, que les auteurs semblent conseiller avant tout (voir Stoykowitch op. cit., p. 221, 225, 228), ne nous paraît, dès lors, nullement capable d'éviter cette altération, d'ailleurs bien moins importante que le fleurage vrai à notre avis.

Deux méthodes seulement nous paraissent susceptibles de conduire à un résultat positif : la conservation en milieu stérile, ou la constitution d'un milieu de surface incompatible avec le développement du champignon. Elles sont malheureusement peu pratiques : la première, pour raison de prix, car elle ne peut

chauffe donne une plus belle apparence aux fruits dequa lité inférieure qui, directement séchés, resteraient toujours ternes ; on sait d'ailleurs que la « fleur » du Percdrigon violet de Provence n'est obtenue que grâce à la dessiccation à l'ombre, après trempage dans l'eau bouillante. Les procédés américains de trempage dans une lessive de potasse ou de soude, d'échaudage ou de traitement par la vapeur d'eau qui ont aux États-Unis la réputation de donner une meilleure apparence et une couleur plus brillante, facilitent de même cette transsudation. On comprend maintenant pourquoi beaucoup de pruniculteurs Garonnais se préoccupent fort peu de soustraire les pruneaux à l'action de la pluie au cours de l'interchauffe. Mieux vaudrait cependant régler soi-même le degré d'intensité du mouillage, quand ce mouillage est vraiment utile.

s'employer que pour la conservation de fruits de luxe ; la deuxième pour raison d'hygiène ; car il ne nous paraît guère possible de recommander l'enrobage du pruneau dans une substance antiseptique.

***

Evolution des pruneaux fleuris. — Le champignon (levure?), que nous venons d'observer dans le faux-fleurage, se développe abondamment sur les amas sucrés développés au cours du fleurage vrai, lorsque les pruneaux fleuris en milieu sec se trouvent par la suite placés en atmosphère humide. Il peut même gagner la profondeur des tissus, à la suite de la destruction progressive des sucres de surface, destruction corrélative d'une production d'alcool facilement reconnaissable à l'odorat, lorsque ces pruneaux sont placés en atmosphère confinée (1).

Le champignon levure reste longtemps seul, mais vient un moment où les moisissures vulgaires, *Penicillium glaucum* surtout, s'installent dans la place. Le *Penicillium* peut également être seul. Les observations et expériences faites par nous sont telles qu'il nous paraît possible d'affirmer que le développement de la levure gêne le développement du *Penicillium*, au moins en atmosphère confinée. Des semis de *Penicillium* sur les amas sucrés non encore envahis par la levure réussissent à merveille, alors que les semis sur les amas dans lesquels la levure pullule, réussissent difficilement. Ils réussissent bien, au contraire, lorsque les pruneaux, placés d'abord en atmosphère confinée, sont ultérieurement mis dans une atmosphère renouvelable. Ils réusissent encore, même en atmosphère confinée, si le semis est fait tardivement, longtemps après que la levure s'est mise à pulluler.

(1) Dans son étude de l'altération blanche sur le pruneau Pojegatcha de Serbie (= Quetsche de Lorraine) Stoykowitch a trouvé 2 % d'alcool.

La production d'alcool, corrélative du développement de la levure, nous semble devoir être retenue comme un facteur de gêne pour la croissance du *Penicillium*, cependant bien peu exigeant quant à la constitution chimique du milieu nutritif.

RECHERCHES SUR L'UTILISATION

DES

TERRES CALCAIRES LÉGÈRES

Par la Culture Intensive

PAR

E. JOUZIER

Professeur d'Économie et de Législation rurales.

SOMMAIRE : *Conditions principales de milieu, objectif des recherches. -- Essai d'applications hivernales de nitrate de soude à la culture du froment. — Essais de diverses cultures fourragères : Betterave, Moutarde blanche, Luzerne. — Dégâts causés par la Rhizoctone violette, recherches sur les moyens de combattre ce parasite.*

1. Conditions principales de milieu, objectif des recherches

Les terres dans lesquelles sont entreprises ces recherches appartiennent au crétacé supérieur du département de la Charente. De couleur rouge ocré plus ou moins foncé (étages angoumien, coniacien et santonien de Coquand) ou gris-blanchâtre (étages campanien et dordonien), elles se présentent en pays vallonné, sous une épaisseur variable, qui peut atteindre 0 m. 60 et davantage dans les bas-fonds des coteaux, mais qui se réduit parfois à 0 m. 05 sur les crêtes et se maintient le plus souvent autour de 15 à 20 centimètres seulement sur les pentes douces ou les plateaux.